Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 18, No. 1, Spring. 2020, p. 15-29

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۲۹-۱۵

ارزیابی اثر پرایمینگ و اندازه بذر بر عملکرد زیست‌توده، شاخص کارایی مصرف آب و برخی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.)

موسی ایزدخواه شیشوان[1*]، مهدی تاج بخش شیشوان[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ و اندازه بذر بر عملکرد زیست‌توده،کارایی مصرف آب و برخی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های پیاز خوراکی، این پژوهش در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل پرایمینگ در چهار سطح (هیدروپرایمینگ با آب مقطر، اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم، پرایمینگ با استفاده از محلول فولامین۲ درصد و شاهد (پرایمینگ نشده)، اندازه بذر در سه سطح (ریز، متوسط و درشت) و اکوتیپ در دو سطح قرمز آذرشهر و زرقان بود. ویژگی‌های عملکرد زیست‌توده، کارایی مصرف آب سوخ و زیست‌توده، محتوای نسبی آب برگ، میزان آب مصرفی، شاخص برداشت، هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی و پر شدن سوخ، میزان رشد، درجه باردهی، انرژی دریافتی و مقدار انرژی تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. اثر پرایمینگ و اندازه بذر از نظر تمام ویژگی مورد بررسی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نشان داد. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر موجب بهبود عملکرد زیست‌توده و ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک گیاه گردید، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد زیست‌توده (۱۰۵/۹۸ تن در هکتار)، کارایی مصرف آب سوخ (۴/۹۸ کیلوگرم در متر مکعب)، کارایی مصرف آب زیست‌توده (۱۳/۳۰ کیلوگرم در متر مکعب)، شاخص برداشت (۸۲ درصد) و محتوای نسبی آب برگ (۸۶ درصد) به پرایمینگ با ماده فولامین تعلق داشت و کمترین آن‌ها از تیمار شاهد به‌دست آمد. بیشترین عملکرد زیست‌توده (۱۰۰/۳۳ تن در هکتار)، کارایی مصرف آب سوخ (۴/۸۸ کیلوگرم در متر مکعب)، کارایی مصرف آب زیست‌توده (۱۳/۳۰ کیلوگرم در متر مکعب)، شاخص برداشت (۸۰ درصد) و محتوای نسبی آب برگ (۸۵ درصد) از بذور درشت و کمترین آن‌ها از بذر ریز به‌دست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد پیش‌تیمار بذر با استفاده از ماده فولامین و بذور درشت در مقایسه با سایر روش‌های پیش‌تیمار و اندازه بذر، باعث بهبود ویژگی‌های پیاز خوراکی گردید، لذا استفاده از پیش‌تیمار با ماده فولامین و اندازه درشت بذر جهت کاشت پیاز در شرایط مشابه این آزمایش قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمینگ، درجه باردهی، فولامین، میزان رشد

مقدمه

پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.)، به‌دلیل دارا بودن کربوهیدرات، پروتئین، کلسیم، فسفر، آهن، روی و ویتامین‌های گوناگون اهمیت به‌سزایی در تغذیه انسان دارد، علاوه بر ارزش غذایی، مطالعات علمی فراوان اثر دارویی قابل ملاحظه این گیاه را اثبات نموده‌اند. در درمان بیماری‌های عروق کرونری قلب نیز مؤثر می‌باشد (Martinz *et al.*, 2007). پیاز در دنیا به سه روش: کشت نشاء، کشت پیازچه‌های کوچک و کشت مستقیم بذر در مزرعه، کاشته می‌شود (Izadkhah *et al.*, 2010a). ارزان‌ترین روش استفاده از کشت مستقیم بذر می‌باشد که در بیشتر مناطق دنیا و در مناطقی که طول فصل رشد به اندازه کافی طولانی است و یا محصول زود رس مورد نیاز نمی‌باشد از آن استفاده می‌شود (Izadkhah *et al.*, 2010b). در کشت مستقیم بذر به‌دلیل ریز بودن بذر پیاز، مشکلاتی در جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاهچه در مزرعه به‌دلیل ریز بودن بذر پیاز به‌وجود می‌آید. از طرفی با توجه به این‌که جوانه‌زنی اولین مرحله نمو در گیاه می‌باشد و یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و یک فرآیند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می‌باشد (De Villiers *et al.*, 1994). بنابراین استقرار زودتر گیاهچه‌ها به‌دنبال سبز شدن سریع بذور از عوامل موثر برای عملکرد موفق می‌باشد (Peltonen-Sainio *et al.*, 2006). در بوم‌نظام‌های طبیعی جوانه‌زنی نامتقارن یک توده بذری که غالباً در بانک بذری خاک قرار دارد یک مزیت اکولوژیک در راستای حفظ بقاء گیاه تولیدکننده بذر تلقی می‌شود. اما در بوم‌نظام‌های زراعی بر خلاف بوم‌نظام‌های طبیعی جوانه‌زنی یکنواخت، سریع هدف اصلی کشاورز محسوب می‌شود. بنابراین ایجاد سبز یکنواخت و تراکم مورد نظر که در پی جوانه‌زنی مطلوب به‌دست می‌آیند از پیش‌شرط‌های اصلی حصول عملکرد کمی و کیفی بهینه می‌باشند (Tajbakhsh and Ghiyas, 2008).

۱- دانش‌آموخته دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email: ms.izadkhah@gmail.com)
DOI: 10.22067/gsc.v18i1.63311

طی دو دهه گذشته مطالعات قابل‌توجهی بر روی تأثیر تیمارهای پیش از کاشت مختلف بر روی بذرهای مختلف محصولات زراعی، سبزی‌ها و گیاهان دارویی صورت گرفته است و نتایج حاصل از این تحقیقات ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود و ارتقای جوانه‌زنی و بنیه بذر و اسقرار اولیه گیاهچه در مزرعه در اکثر گیاهان مورد مطالعه بوده است. از جمله این فن‌ها، استفاده از پیش‌تیمار بذر می‌باشد که پیش‌تیمار بذور سبب تسریع فرآیندهای جوانه‌زنی می‌شود. در پرایمینگ بذر مراحل اولیه جوانه‌زنی که سبب تحریک فعالیت جنینی می شود را طی می‌کند (Corbineau and Come, 2006)، ولی به‌دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده خروج ریشه‌چه صورت نمی‌گیرد (Kaydan and Yagmur, 2008). در نهایت قبل از ظهور ریشه‌چه بذرها دوباره خشک شده و به رطوبت اولیه برگردانده می‌شوند (Corbineau and Come, 2006).

گیاهان حاصل از پیش‌تیمار در مقایسه با گیاهان شاهد در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش می‌دهند و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده می‌دهد (Wang *et al*., 2003). به‌طوری که این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را به گیاه می‌دهد. همین‌طور در اثر این شرایط ممکن است توانایی ذاتی گیاه جهت برتری در رقابت با سایر گیاهان به لحاظ ویژگی‌های اکولوژیکی حاکم بر این روابط ارتقا یابد (Weaich *et al*., 1992). بگومیلا و همکاران (Boqumila *et al*., 2005) نشان دادند که پیش‌تیمار بذر با استفاده از آب اثر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) داشت. نتایج تحقیقات سیلوارانی و یومارانی (Selvarani and Umarani, 2011) نیز نشان داد، پرایمنگ بذر پیاز با استفاده از مواد اسموتیک باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی، افزایش درصد گیاهچه‌های طبیعی، کاهش درصد گیاهچه‌های غیرطبیعی، کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی، بهبود سرعت جوانه‌زنی و افزایش ظرفیت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد (بذور پرایم نشده) گردید.

یکی دیگر از فاکتورهای موثر بر جوانه‌زنی، اندازه بذر می‌باشد. اندازه بذر از خصوصیات کیفی بذر است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی، موقعیت گیاهان مادر در مزرعه، موقعیت بذرها روی گیاه مادر یا روی محور گل آذین و تغذیه گیاه مادر قرار می‌گیرد (Tajbakhsh and Ghiyas, 2008). تاثیر اندازه بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نتایج متفاوتی را نشان داده است. بین اندازه بذر و رشد اولیه گیاهچه‌ها ارتباط مثبتی وجود دارد (Haromoto and Gallandt, 2005). بذور کوچک‌تر نسبت به بذور بزرگ تر نه تنها سریع تریع‌تر جوانه می‌زنند بلکه گیاهچه‌های آن‌ها نیز سریع‌تر سبز می‌شوند (Mut *et al*., 2010). نتایج تحقیقات کایدان و یانگمور (Kaydan and Yagmur, 2008) نشان داد بذرهای درشت‌تر از نظر درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه نسبت به بذور متوسط و ریز برتری داشت. اگر چه افزایش اندازه بذر باعث به‌وجود آمدن برخی اثرات منفی (مانند کاهش فاصله پراکنش طبیعی و افزایش رجحان غذایی بذر خواران بزرگ) می‌شود، اما اثرات مثبت آن در بحرانی‌ترین مرحله حیات گیاه بسیار قابل توجه است و می‌تواند موفقیت نسبی گیاه در مراحل بعدی چرخه حیات تاثیر به‌سزایی داشته باشد (Arunachalam *et al*., 2003). نتایج مطالعات مازور و فرانس (Mazur and Ferance, 1994) نشان داد گیاهی که از بذر بزرگ‌تر به‌وجود می‌آید سریع‌تر رشد کرده، تجمع ماده خشک قسمت‌های هوایی بیشتر بوده و عملکرد بیشتری در مقایسه با بذرهای کوچک تولید می‌کنند. در پیاز خوراکی بین اندازه بذر، درصد جوانه‌زنی، شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه، استقرار اولیه گیاهچه و همچنین عملکردهای کل و اقتصادی همبستگی مثبت وجود دارد (Gamiel *et al*., 1990). هدف از این تحقیق، ارزیابی اثر پرایمینگ بذر پیاز با آب، محلول اسمزی، فولامین و اندازه بذر بر روند رشد و عملکرد تر و خشک سوخ، ژنوتیپ پیاز در شرایط مزرعه و انتخاب پیش‌تیمار و اندازه بذر مناسب بذر بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه سه روش پرایمینگ (هیدروپرایمینگ با آب مقطر، پرایمنگ با نیترات پتاسیم ۲ درصد، پرایمینگ با اسید آمینه فولامین ۲ درصد و شاهد) و سه اندازه بذر (ریز با قطر ۲/۶، متوسط با قطر ۲/۸ و درشت با قطر ۳ میلی‌متر) و پیاز رقم قرمزآذرشهر و اکوتیپ زرقان در یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۲-۱۳۹۱) در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی با طول جغرافیایی۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی مورد بررسی قرار گرفتند. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک (براساس روش آمبرژه)، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۹/۳ متر، حداکثر دما ۳۹ درجه سانتی‌گراد، حداقل دما ۲۲/۵- درجه سانتی‌گراد و دارای اقلیم با متوسط حدود ۳۲۱/۵ میلی‌متر نزولات آسمانی بود. طبق آزمایش‌های انجام شده توسط بخش تحقیقات خاک و آب مرکز، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح در عمق صفر الی ۳۰ سانتی‌متر، به شرح جدول ۱ گزارش شده است.

بذرهای مورد نیاز از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج تهیه گردید. بذرهای مورد بررسی از طبقه گواهی شده و تولید سال ۱۳۹۰ بودند. برای جداسازی بذرها از الک‌های استاندارد آزمایشگاهی مستطیلی شکل، سوراخ بیضی با نمره ۲/۲ میلی‌متر برای

بذرها ریز، با نمره ۲/۶ میلی‌متر برای بذور متوسط و با نمره سه میلی‌متر برای بذرها درشت استفاده شد و بذرها به سه سطح ریز، متوسط و درشت تفکیک شدند و دامنه تغییرات اندازه بذر تعیین گردید. در مرحله اول، بذرها هر یک از اکوتیپ‌ها به مدت هشت ساعت در دمای اتاق تحت تیمارهای پرایمینگ با محلول‌های نیترات پتاسیم (۲ درصد)، اسید آمینه فولامین (۲درصد) قرار گرفتند (Izadkhah Shishvan, *et al.* 2017) و برای انجام پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ بذور به مدت ۴ ساعت در آب مقطر خیسانده و بعد ۳ روز در دسیکاتور با رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد (رطوبت نسبی آن توسط اسید سولفوریک تنظیم می‌شد)، در دمای اتاق ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، سپس بذرها بعد از طی این مدت‌ها، ۲۴ ساعت در جریان هوای آزاد قرار داده شدند تا رطوبت سطحی آن‌ها خشک گردد (Izadkhah Shishvan *et al.*, 2017). در ادامه بذرها پرایم شده به همراه تیمار بدون پرایمینگ (شاهد) در تاریخ ۵ فروردین سال‌های ۹۱ و ۹۲ در کرت‌های آزمایش کشت شدند. هر کرت آزمایشی۶ متر مربع (۳×۲ متر) و دارای ۱۰ ردیف کشت بود، در هر کرت تراکم کشت پیازها ۵۰ بوته در مترمربع، فاصله پیازها بر روی ردیف ۱۰سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌های کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و عمق کاشت بذرها حدود ۱/۵ سانتی‌متر بود.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش

Table 1- Some characteristics of soil site experiment

pH	EC ($dS.m^{-1}$)	پتاس قابل جذب K (ava.) p.p.m	فسفر قابل جذب P (ava.) p.p.m	نیتروژن کل Total N %	کربن آلی O.C %	شن Sand %	سیلت Silt %	رسی Clay %	بافت Texture
7.9	1.54	240	10.2	0.5	0.42	21	37	42	Sandy loam

برای اندازه‌گیری حجم آب ورودی به کرت‌ها در هر مرحلهٔ آبیاری از کنتور آب استفاده گردید. بدین صورت که کنتور آب به لوله‌های پلاستیکی متصل و در داخل کرت مورد نظر قرار گرفت و آب ورودی به داخل هر کرت کنترل شد. مقدار آب لازم برای هر کرت در هر بار آبیاری بر حسب حجمی از معادله (۱) محاسبه شد (Khjawinagad, 2004):

$$Vw=[(Fc-Sm)(Bd\times D\times A)] \quad (۱)$$

که در این رابطه، Fc: درصد رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی، Sm: درصد وزنی رطوبت خاک هنگام نمونه‌برداری، Bd: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتی‌متر مکعب)، D: عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)، A: مساحت هر کرت. برداشت سوخ در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، که در حدود ۸۰-۷۰ درصد بوته‌ها از ناحیه گردن (ساقه دروغی) نرم و پلاسیده شده و در نتیجه پهنک‌ها افتاده و ریزش و مرگ آن‌ها آغاز شد، انجام گرفت. حدود ۲۰ روز قبل از برداشت جهت متوقف شدن رشد، کاهش رطوبت پیازها و سهولت در امر برداشت، آبیاری قطع شد. پیازها به مدت ۷ الی ۱۰ روز در مقابل آفتاب نگهداری شد تا خشک شوند.

در طی دورهٔ رشد کارایی مصرف آب سوخ، کارایی مصرف آب زیست‌توده، مقدار آب مصرفی، هدایت روزنه‌ای، میزان انرژی دریافتی، میزان انرژی تولیدی، میزان رشد و محتوای رطوبت نسبی برگ پیاز اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ، در اوایل صبح و اواسط دوره پر شدن سوخ، تعداد ۵ برگ به‌صورت تصادفی انتخاب و قطع شد و بلافاصله در درون کیسه‌های نایلونی قرار داده شد و به سرعت به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد و سپس به‌منظور تعیین وزن در حالت اشباع، به مدت ۲۴ ساعت در شدت نور کم و در دمای اتاق در داخل آب مقطر قرار داده شدند. در پایان به منظور تعیین وزن خشک، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. محتوای آب برگ‌ها با استفاده از معادله (۲) به‌دست آمد (Izadkhah *et al.*, 2010_a).

$$RWC=fW-dW/tW-dW\times100 \quad (۲)$$

fW: وزن ترگیاه، dW: وزن خشک گیاه وtW: وزن گیاه در حالت اشباع (آماس)

کارایی مصرف آب سوخ، از طریق نسبت عملکرد کل (کیلوگرم) بر مقدار آب مصرفی (متر مکعب) و مقدار کارایی مصرف آب برای زیست‌توده کل، از نسبت زیست‌توده کل تولید شده (کیلوگرم) بر مقدار آب مصرفی (متر مکعب) تعیین شد (Abdzad Gohari *et al.* 2011). هدایت روزنه‌ای با استفاده از دستگاه پرومتر[1] (DELTA-T DEVICEC LTD, ENGLAND) در مرحله سوخ‌دهی و همچنین در مرحله بزرگ شدن سوخ در حالت اتصال به گیاه (برگ گیاه بین گیره دستگاه قرار گرفته بود) در یک روز صاف، ساعت ۱۱ اندازه‌گیری شد و پس از ۳۰ ثانیه میزان هدایت روزنه‌ای قرائت شد (Bastam *et al.* 2013). برای اندازه‌گیری میزان انرژی دریافتی توسط گیاه از طول ساعات آفتابی استفاده گردید به‌این‌منظور مجموع ساعات آفتابی روز از زمان شروع تشکیل سوخ تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی یادداشت و به‌عنوان میزان انرژی دریافتی توسط گیاه در نظر گرفته

1- Prometer-AP4

شد (Maskooki *et al.*, 1995). برای اندازه‌گیری میزان انرژی تولیدی سوخ از معادله (۳) استفاده شد (Bhattacharjee *et al.*, 2013):

(۳) (۹×چربی)+ (۴×کربوهیدرات کل)+(۴×پروتئین خام)= اندازه‌گیری میزان انرژی تولیدی سوخ

برای تعیین پروتئین خام از روش کجلدال، چربی سوخ با روش سوکسله استفاده شد (Kebede and Muniye, 2017) و میزان هیدرات‌کربن از اختلاف بین ماده خشک، میزان خاکستر، پروتئین و چربی سوخ بر حسب درصد محاسبه شد (Asaduzzaman, *et al.* 2012).

جهت تعیین عملکرد زیست‌توده در هر کرت پس از حذف دو ردیف کشت از طرفین، پنج گیاه به‌طور تصادفی انتخاب گردید. سپس غلاف، برگ‌ها و سوخ‌ها در داخل آون و در دمای ۷۵ درجهٔ سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شد. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دقیق یک‌صدم توزین گردید. از مجموع وزن غلاف خشک، وزن برگ خشک و وزن سوخ خشک عملکرد زیست‌توده برحسب گرم به‌دست آمد و در نهایت بنا بر تراکم موجود به واحد کیلوگرم در هکتار تعمیم داده شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن سوخ بر وزن کل بیوماس محاسبه شد (Kanton *et al.*, 2002). درجه باردهی از مجموع عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت به‌دست آمد. (Koocheki and Khalghni, 1996). برای محاسبه میزان رشد پیاز از معادله (۴) استفاده شد (Sarmadnia and Koocheki, 1995).

(۴) تعداد روز از کاشت تا برداشت/۱۰۰= میزان رشد

به‌منظور تجزیه مرکب داده‌ها ابتدا آزمون بارتلت جهت اطمینان از متجانس بودن خطای آزمایشات انجام شد. محاسبات F و مقایسات میانگین با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارها انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس آزمون بارتلت، چون مقدار آماره χ^2 محاسبه شده از χ^2 جدول کمتر بود در نتیجه فرض صفر رد نشد و نشان داد که اختلاف بین واریانس‌ها معنی‌دار نیست و واریانس‌ها یکنواخت هستند. با توجه به این‌که دمای هوا در سال زراعی ۱۳۹۱ در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که زمان استقرار گیاهچه‌های پیاز در زمین اصلی بود بسیار نامناسب‌تر از سال زراعی ۱۳۹۲ بود (جدول ۱). مجموع شرایط محیطی (دما، بارندگی و مجموع ساعات آفتابی) در سال دوم آزمایش (۱۳۹۲) نسبت به سال اول (۱۳۹۱) که برای رشد گیاه پیاز در شرایط این آزمایش، مناسب‌تر بود و گیاهچه‌های پیاز رویش مناسبی قبل از سوخ‌دهی داشتند در نتیجه اثر سال در همه صفات مورد بررسی در این آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). برای جلوگیری از تکرار، این موضوع در ارائه نتایج مربوط به صفات مورد بررسی قید نخواهد شد.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در طول دورهٔ رشد پیاز خوراکی (سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲)

Table 1- Meteorological information at expremental site in two growing season 2012- 2013

Month	ماه	حداقل دما Temperature Min. (°C)		حداکثر دما Temperature Max. (°C)		میزان بارندگی Total precipitation (mm)		حداقل رطوبت نسبی هوا RH Min. (%)		حداکثر رطوبت نسبی هوا RH Max. (%)		مجموع ساعات آفتابی Total sunny hour	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Mar.	فروردین	4.1	9	16.5	18.5	35.1	38.1	25	31	71	81	205.9	252.9
Apr.	اردیبهشت	6.1	11	19.9	23.6	10.1	34.9	24	30	73	74	251.9	265.3
May.	خرداد	15.6	14.7	28.7	28.3	14.7	23.9	20	21	59	67	319.1	327.7
Jun.	تیر	19	19.3	31.7	32.7	14.3	4.7	22	18	63	54	332.1	379.7
Agu.	مرداد	22.5	19.1	32.7	35.3	5.6	0	15	20	44	56	328.7	356.5
Sep.	شهریور	16	17.2	30.7	31.4	2.1	0	21	15	61	58	332.5	340.2
Oct.	مهر	8.8	11.8	22.7	25.7	5.2	5.7	22	21	59	59	276.5	279.7
Nov.	آبان	4.5	6.5	14.8	16.8	15.3	33.6	43	42	79	80	174.6	182.5
Mean	میانگین	12.07	13.58	24.71	26.64	-	-	25	24	65	68	277.66	2980.6
Total	مجموع	-	-	-	-	92.8	155	-		-	-	2221.3	2384.5

عملکرد زیست‌توده

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله آزمایش نشان داد فاکتورهای سال، پرایمینگ، اندازه بذر و ارقام در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار بر زیست‌توده کل گیاه داشتند با این حال هیچ‌کدام از اثرات متقابل (برهم‌کنش) در رابطه با این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج دو ساله تیمارها نشان داد بیش‌ترین زیست‌توده کل گیاه از بذر درشت و کم‌ترین آن از بذر ریز به‌دست آمد (جدول ۳). این یافته با یافته‌های تیوبایسر (Tuba

(Bicer, 2009) بـرای گیاهـان نخـود (*Cicer arietinum*) و عـدس (*Lens esculinaris*) مطابقـت دارد. بـر اسـاس نتـایج ایـن محقـق زیست‌توده حاصل از بذرهای درشت شش درصد بیشتر از بذرهای ریز بـود. همچنـین نتـایج مقایسـه میـانگین دو سـاله داده‌هـا نشـان داد بیش‌ترین زیست‌تـوده گیـاه از تیمـار پرایمینـگ بـا مـاده فـولامین و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). این نتیجه با نتـایج آزمایش‌های سایر محققان که افـزایش عملکـرد بیولوژیـک گیاهـان حاصل از بذرهای پرایم شده نخود با آب و مانیتول ۴ درصد را گزارش کردند، مطابقت دارد (Kaur *et al*., 2005)، پژوهشگران، نشان دادند هیدروپرایمینگ موجـب افـزایش عملکـرد بیولوژیـک بـذرهای نخـود می‌گردد (Foti *et al*., 2002)، اسـموپرایمینگ نیـز موجـب افـزایش عملکرد بیولوژیک بذرهای کانولا (*Brassica napus*) گردید (Basra *et al*., 2003). پرایمینگ منجر به افـزایش مـدت فتوسـنتز و میـزان سطح فتوسنتزکننده، میزان تثبیت دی‌اکسید کربن و آسیمیلات و نهایتاً افـزایش بیومـاس تولیـدی خواهـد شـد (Chivasa *et al*., 2000). همچنین نتایج مقایسه میانگین دو سـاله داده‌هـا نشـان داد بیشـترین زیست‌توده از رقم قرمزآذرشهر و کمترین آن از اکوتیپ زرقان حاصـل شد (جدول ۳). معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ حاکی از متفاوت بودن تـوان ژنتیکـی ژنوتیـپ‌هـا در بـروز عملکـرد زیسـت‌تـوده مـی‌باشـد (Moosavezadh, 2006).

میزان آب مصرفی

نتایج حاصل از تجزیه مرکـب داده‌هـای آزمـایش نشـان داد کـه فاکتورهای سال، اندازه بذر، پرایمینگ و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد تاثیری معنی‌دار بر میزان آب مصرفی پیـاز داشـتند و همچنـین اثرات متقابل اندازه بذر × پرایمینگ در سطح احتمال یـک درصـد بـر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابـل انـدازه بذر × پرایمینگ نشان داد روش‌های مختلـف پرایمینـگ در هـر سـه اندازه بذر در مقایسه با تیمـار شـاهد تـأثیری معنـی‌دار بـر میـزان آب مصرفی پیاز داشتند. به‌طوری‌که بـیش‌تـرین میـزان آب مصـرفی بـه گیاهان حاصل آن از بذور ریز و تیمار شاهد و کم‌ترین آن به گیاهـان حاصل از بذور درشت و تیمار پرایمینگ با ماده فولامین تعلـق داشـت (جدول ۴). به‌طور میانگین حجم آب مصـرفی در پرایمینـگ بـا مـاده فولامین حدود ۱۱/۶ درصد نسبت به تیمار شـاهد و در بـذور درشـت حدود ۱۲/۴ درصد نسبت به بذور ریز کاهش یافته است. نتایج تحقیق دوگان و همکاران (Dogan *et al*., 2011) نشـان داد کـه میـزان آب مصرفی تاثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب دارد به‌طوری با افزایش حجم آبیاری از کـارایی مصـرف آب کاسـته شـد و بـالاترین کـارایی مصرف آب در پایین‌ترین سطح آبیاری به‌دست آمد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

کارایی مصرف آب سوخ و بیوماس

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشـان داد کـه تـاثیر فاکتورهـای سال، اندازه بذر و پیش تیمار در سطح احتمال یک درصد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد بر صفات کارایی مصرف آب سوخ و بیوماس معنی‌دار است و همچنـین اثـرات متقابـل انـدازه بـذر × پرایمینـگ × ژنوتیپ در سطح احتمالی یک درصـد بـر ایـن صـفات معنـی‌دار بـود (جدول ۲). مقایسه اثر متقابل اندازه بذر× پرایمینگ × ژنوتیـپ نشـان داد روش‌های مختلف پرایمینگ در هر سه اندازه بـذر ژنوتیـپ مـورد مطالعه در مقایسه با تیمار شـاهد تـأثیری معنـی‌دار در بهبـود کـارایی مصرف آب سوخ و بیوماس داشتند به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار کارایی مصرف آب سوخ و بیوماس در بذور درشت و پرایم با ماده فولامین در ژنوتیپ قرمز آذرشهر و کم‌ترین آن‌ها از بـذور ریـز و تیمـار شـاهد از ژنوتیپ زرقان به‌دست آمد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد افـزایش کـارایی مصرف آب در گیاهان حاصل از بذور پرایمینگ شده نسبت بـه شـاهد ناشی از افزایش هدایت روزنه‌ای و باز و بسته شدن روزنه‌ها، افـزایش رشد ریشه‌ها باشد که جذب آب و مواد غذایی را افزایش داده که منجر به افزایش عملکـرد و کـارایی مصـرف آب در گیـاه مـی‌شـود. نتـایج تحقیقات نشان داد که پیش‌تیمار بذر ارقام گندم با کینتین عـلاوه بـر بهبود رشد و عملکـرد، ظرفیـت فتوسـنتزی و کـارایی مصـرف آب را افزایش داد (Iqbal and Ashraf, 2005). اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظـر کارآیی مصرف آب به توانـایی آن‌هـا از نظـر جـذب رطوبـت خـاک و گسترش سیستم ریشه و توانایی آن‌ها در اختصاص بیشتر ماده خشـک بــه عملکــرد اقتصــادی مربــوط مــی‌شــود (Angus and Van Herwarden, 2001). گزارش‌های متعددی تنوع ژنتیکـی را در بـین ارقام گندم (*Triticum*) از نظر کارایی مصرف آب مورد تأکید قرار داده است (Kringwi *et al*., 2004; Iqbal and Ashraf, 2005). ایـن گزارش‌ها در موافقت با نتایج حاصل از این بررسی است.

محتوای نسبی آب برگ

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشـان داد کـه تـاثیر فاکتورهـای سال، پیش‌تیمار، اندازه بذر و ژنوتیپ بر محتوای رطوبت نسـبی بـرگ پیاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و همچنین اثرات متقابل اندازه بذر× پرایمینگ در سطح احتمـالی یـک درصـد بـر ایـن صـفت معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه اثـر متقابـل انـدازه بـذر × پرایمینـگ نشان داد روش‌های مختلف پرایمینگ در هر سه اندازه بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر محتوای رطوبت نسبی برگ داشـتند. به‌طوری‌که بیش‌ترین محتوای رطوبت نسبی برگ در بـذور درشـت و تیمار پرایمینگ با اسید آمینه فولامین به مقدار ۹۸ درصد و کـم‌تـرین آن از بذور ریز و تیمار شاهد به مقدار ۶۴ درصد به‌دست آمـد (جـدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات گیاهی مورد مطالعه در تیمارهای آزمایش

Table 2- Combined analysis of variance plant characteristics in experiment treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	کارایی مصرف آب سوخ Bulb water use efficiency	کارایی مصرف آب زیست‌توده Biomass water use efficiency	آب مصرفی Water consumption	محتوای نسبی آب Relative water content	شاخص برداشت Harvest index	هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی Stomatal conductance in bulbing stage	هدایت روزنه‌ای در مرحله پرشدن سوخ Stomatal conductance bulbication stage	میزان رشد Growth ratio	درجه باردهی Productivity score	انرژی دریافتی Received energy	انرژی تولیدی Production energy
سال Year (Y)	1	272.501**	8.6540**	110.232**	372.501**	9.6540**	210.232**	60.955**	252.501**	275.175**	474.767**	89.737**	2212.736**
تکرار (سال) R/Year	4	3.1010	1.08644	5.2880	5.1050	3.08644	6.2880	7.502	3.1010	82.385	148.002	193.828	417.747
اندازه بذر Seed size (SS)	2	99.825**	8.1825*	65.6159**	69.825**	9.1825*	55.6159**	63.595**	89.325**	3.994**	877.277**	524.656**	4665.433**
سال× اندازه بذر Y×SS	2	4.345ns	5.0186ns	1.15995ns	6.345ns	6.0186ns	3.15995ns	28.492 ns	4.045ns	3.994ns	34.398ns	24.357ns	1.73883ns
پرایمینگ Priming (P)	3	88.6816**	7.1570**	93.0927**	98.686**	9.1570**	83.0927**	56.944**	88.6516**	136.967**	398.798**	901.013**	2989.298**
سال×پرایمینگ Y×P	3	4.162ns	1.1895ns	1.1599ns	6.162ns	3.1895ns	4.1599ns	3.754ns	3.662ns	37.300ns	36.351ns	24.3483ns	62.2447ns
اکوتیپ Ecotype (E)	1	88.4863**	9.0828*	9.08128*	98.4863**	8.0828*	11.08128*	4.315*	44.4863**	49.690ns	406.348**	20.0432ns	1004.419**
سال× اکوتیپ E×Y	1	1.0603ns	2.0803ns	1.08025ns	3.0603ns	3.0803ns	5.08025ns	0.806ns	1.0603ns	19.932ns	19.809ns	1910.322ns	27.982ns
اندازه بذر× پرایمینگ P ×S	6	5.0664ns	3.0748ns	5.78164ns	66.066**	15.0748**	56.7816**	0.0227ns	1.0664ns	39.883ns	48.775ns	24.187ns	169.861*
اندازه بذر×اکوتیپ E × SS	2	1.14387ns	4.1562ns	1.21717ns	3.14387ns	6.1562ns	3.21717ns	1.027ns	4.14377ns	52.541ns	32.937ns	22.8074ns	40.1304ns
پرایمینگ × اکوتیپ E × P	3	1.75730ns	2.196ns	1.4306ns	3.75730ns	4.196ns	4.4306ns	2.119ns	3.7583ns	43.460ns	18.990ns	26.661ns	10.3418ns
اندازه بذر× پرایمینگ× اکوتیپ E ×P × SS	6	3.18218ns	8.1298ns	9.80065**	3.18218ns	6.1298ns	3.80065ns	1.81ns	0.18218ns	88.362*	100.717*	22.934ns	179.585*
اندازه بذر×پرایمینگ× اکوتیپ× سال Y × E ×P × SS	6	2.3118ns	1.3803ns	1.60307ns	2.3118ns	4.3803ns	4.60307ns	1.4922ns	1.31187ns	67.1954ns	47.0406ns	24.4842ns	54.334ns
خطای آزمایشی Error	92	7.5796	4.0569	5.9317	6.5096	8.0569	5.9317	70.7942	6.5769	68.300	41.1915	25.3747	64.9871
CV (%)	-	13.7	9. 6	169	11.7	7.6	12.9	17.4	13.7	16.9	11.6	12.2	9.82

ns: Non- Significant, * and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

ns غیر معنی‌دار ، * و **: معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی مورد مطالعه در اندازه بذر، پیش‌تیمار و رقم در دو سال زراعی ۹۱ و ۹۲

Table 3- Mean comparison of different plant characteristics of seed size, pre- treatment and cultivar in 2012 and 2013 cropping seasons

تیمار Treatment	عملکرد زیست‌توده Biomass yield ($ton.ha^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی Stomatal conductance in bulbing stage ($mol.m^{-2}.sec^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای در مرحله پر شدن سوخ Stomatal conductance in bulbication stage ($mol.m^{-2}.sec^{-1}$)	درجه باردهی Productivity score	آب مصرفی Water consumption ($m^3.ha^{-1}$)	محتوای نسبی آب Relative water content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)	میزان رشد Growth ratio
فصل زراعی Cropping season								
2011-2012	77.57b	0.231b	0.206b	253.9b	17354.4a	74b	73	0.553a
2012-2013	86.13a	0.263a	0.237a	294.1a	17158.6b	89a	76	0.542b
اندازه بذر Seed size								
ریز Small	55.09c	0.204c	0.187c	204.1c	19722.45a	75b	72	0.489c
متوسط Medium	90.3b	0.243b	0.217b	210.1b	17969.40b	76b	76	0.532b
درشت Large	100.33a	0.284a	0.256a	407.48a	15903.20c	85a	80	0.589a
پرایمینگ Priming								
شاهد Control	54.75c	0.204d	0.178d	205.12d	19545.20a	74	75	0.491c
هیدروپرایمینگ Hydropriming	88.8bc	0.247c	0.196c	225.15c	17713.8b	73c	77	0.534b
نیترات پتاسیم KNO3	97.84b	0.268b	0.227b	255.25b	17575.3c	79b	79	0.550b
فولامین Folammin	105.98a	0.329a	0.289a	409.56a	15891.9d	86a	82	0.596a
اکوتیپ Ecotype								
قرمز آذرشهر Red Azarshahr	100.40a	0.337a	0.296a	311.5a	18545.7a	91a	81	0.534b
زرقان Zarghan	85.59b	0.289b	0.254b	236.5b	16945.6b	71b	74	0.591a

میانگین‌های، هر ستون و تیمار دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت آماری معنی‌داری نمی‌باشد.

Mean in each column and treatment with the same letter are not Significantly different at 5% of probability level-using Duncan´s Multiple Range Test

جدول ٤- مقایسه میانگین مرکب اثر متقابل اندازه بذر و پرایمینگ بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک پیاز خوراکی در تیمارهای آزمایشی

Table 4- Mean comparison interaction effect of seed size × priming on some physiologycal characteristics of onion in experiment treatments

Seed size	Priming	آب مصرفی Water consumption ($m^3.ha^{-1}$)	محتوای نسبی آب Relative water content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)	میزان رشد Growth ratio
ریز Small	شاهد Control	18619.43a	64d	69i	0.540f
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	18535.52bc	74cd	72gh	0.543cdef
	نیترات پتاسیم KNO_3	18046.88ab	77bcd	76cdef	0.544cdef
	فولامین Folammin	17036.25abc	78bcd	79bc	0.545cde
متوسط Medium	شاهد Control	18480ab	68d	71.02efg	0.542def
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	17902.5ab	72cd	74cdef	0.535ef
	نیترات پتاسیم KNO3	17613.75abc	76bcd	78cd	0.550cde
	فولامین Folammin	16891.88abc	80bc	79.8bc	0.566a
درشت Large	شاهد Control	18335.63ab	73cd	72fgh	0.558abc
	هیدروپرایمینگ Hydropriming	17613.75abc	81bc	76c	0.561def
	نیترات پتاسیم KNO_3	17180.63bcd	90bcd	80b	0.556abcd
	فولامین Folammin	15747.5ef	98a	89a	0.598a

میانگین‌های، هر ستون و تیمار دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت آماری معنی‌داری نمی‌باشد.

Mean in each column and treatment with the same letter are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan´s Multiple Range Test

در بذور ریز تیمارهای پرایمینگ تاثیری بر محتوی نسبی آب برگ نداشتند و همه تیمارها در یک گروه قرار گرفته‌اند. در بذور درشت و متوسط تیمار فولامین نسبت به بقیه تیمارهای پرایم برتر بوده است. به همین دلیل اثر متقابل معنی‌دار شده است. بر اساس نتایج این پژوهش پرایمینگ بذر با محلول‌های شیمیایی موجب بهبود محتوای رطوبت نسبی برگ در مقایسه با شاهد گردید و همچنین افزایش اندازه بذر باعث افزایش محتوای رطوبت نسبی برگ گردید که نشانگر نگهداری بیشتر آب در برگ گیاهان حاصل از بذور درشت و پرایمینگ با ماده فولامین می‌باشد. سینگ و اوشا (Singh and Usha, 2003) بیان کردندکه در گندم، گیاهان حاصل از بذور پرایمینگ شده محتوای رطوبتی بالاتری را در مقایسه با بذور تیمار نشده در شرایط نرمال و تنش نشان دادند که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. محتوای نسبی آب برگ معرف بسیار خوبی از وضعیت آبی گیاه است. با اعمال روش‌های پرایمینگ بذر با تیمارهای مختلف سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ نسبت به بذرهای بدون پرایم گردید. پرایمینگ بذور درشت با ماده فولامین بیشترین محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص دادند و تیمار بدون پرایم کمترین مقدار محتوای نسبی آب برگ را داشت. محتوای نسبی آب برگ بذور ریز تحت تاثیر تیمارهای پرایمینگ قرار نگرفت. نتایج این تحقیق با نتاتیج تحقیقات بخرد و همکاران (Bekhrad *et al.*, 2016) در گیاه کنجد (*Sesamum indicum*) مطابقت دارد و گزارش نمودند محتوی نسبی آب برگ گیاهان حاصل از بذور پرایم شده بیشتر از بذور بودن پرایم (شاهد) بود. به نظر می‌رسد تیمارهای پرایمینگ بذر با افزایش محتوای نسبی آب برگ سبب حفظ و بهبود رشد گیاه می‌گردند. اختلاف در میزان محتوای نسبی آب گیاه ممکن است نشان‌دهنده تاثیر متفاوت تیمارها برای جذب آب از خاک و یا توانایی کنترل هدرروی آب از طریق روزنه‌ها و یا اختلاف در توانایی گیاه برای تجمع و تنظیم اسمزی برای حفظ تورژنانس بافت و افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی باشد (Singh and Usha, 2003). بین اکوتیپ‌های پیاز از نظر محتوای نسبی آب برگ، اختلاف معنی‌داری

وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین محتوای نسبی آب برگ از اکوتیپ قرمزآذرشهر و کمترین آن از اکوتیپ زرقان به‌دست آمد که کاهشی معادل ۱۰/۳۰ درصد را نشان داد (جدول ۳).

نتایج تحقیق حاضر با نتایج آزمایشات دیگری مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ارقام گندم در میزان محتوی نسبی آب گیاه، در شرایط تنش و غیر تنش (شاهد) مشابهت دارد (Siosemardehi *et al.*, 2004). بنابراین محتوای نسبی آب برگ صفتی است که علاوه بر عوامل محیطی، تحت تاثیر ژنوتیپ هم قرار می‌گیرد. به‌نظر می‌رسدکه اکوتیپ قرمز آذرشهر نسبت به اکوتیپ رزقان توانایی بالاتری در حفظ پتانسیل آبی سلول‌ها و محتوای نسبی آب برگ داشته باشد.

شاخص برداشت

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان داد فاکتورهای سال، پرایمینگ و اندازه بذر در سطح یک درصد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند و همچنین تأثیر متقابل اندازه بذر× پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود. سایر اثرات متقابل موجود در منابع تغییر این پژوهش تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص برداشت نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل اندازه بذر × پرایمینگ نشان داد روش‌های مختلف پرایمینگ در هر سه اندازه بذر در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر شاخص برداشت داشتند. به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص برداشت به گیاهان حاصل آن از بذور درشت و تیمار پرایمینگ با ماده فولامین و کم‌ترین آن به گیاهان حاصل از بذور ریز و تیمار شاهد تعلق داشت (جدول ۴). در آزمایشات فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2006)، پرایمینگ، شاخص برداشت را افزایش داد. سلیمی و همکاران (Salimi *et al.*, 2010) نیز تأثیر مثبت هیدروپرایم بذرهای نخود را بر شاخص برداشت تأییدکرده‌اند. از آنجا که پرایمینگ بذور موجب تسریع مراحل فنولوژی گیاه می‌شود، ممکن است انتظار رود که سوخ مدت زمان بیشتری برای ذخیره مواد پرورده در اختیار داشته باشد و چون وزن هر سوخ در درجه به‌وسیله طول دوره پر شدن سوخ تعیین می‌شود در نتیجه پیش‌تیمار بذور موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها ازنظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین آن از ژنوتیپ قرمز آذرشهر و کمترین آن از ژنوتیپ زرقان به‌دست آمد که معادل ۸/۹ درصد کاهش داشت. نتایج تحقیقات ایزدخواه و همکاران (Izadkhah *et al.*, 2010a) نشان داد در گیاه پیاز بین ارقام پیاز تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت برابر ۷۰ درصد از رقم قرمز آذرشهر و کمترین آن برابر ۶۰ درصد از رقم قولی قصه زنجان به‌دست آمد که این با این نتایج این تحقیق مطابقت دارد و همچنین واعظ و همکاران (Vaez *et al.*, 2016) گزارش نمودند در گیاه گندم اختلاف معنی‌دار بین ارقام گندم از نظر شاخص برداشت وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت برابر ۳۸/۸ درصد از رقم دنا وکمترین آن برابر۳۵/۶ درصد از رقم پارسی به‌دست آمد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک است. این شاخص یکی از معیارهای مورد استفاده در برآورد کارایی توزیع یا انتقال مواد ساخته شده به محصول اقتصادی در گیاه می‌باشد، این‌گونه می‌توان تفسیر کرد که ظرفیت بیشتر مقصد فیزیولوژیک[1] در ارقام پر محصول می‌تواند باعث تحریک سرعت فتوسنتز بالاتر برگ گردد (Rahmati, 2005). علاوه بر عوامل ژنتیکی، محیطی نظیر آب، کود، تاریخ کاشت، تراکم و غیره می‌توانند شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار دهند (Bahari *et al.*, 2005).

هدایت روزنه‌ای

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان داد فاکتورهای سال، اندازه بذر، پیش‌تیمار و اکوتیپ در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر صفات هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی و پر شدن سوخ داشتند. همچنین هیچ‌کدام از اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج دو ساله تیمارها نشان داد بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی و پر شدن سوخ از بذر درشت و کم‌ترین آن‌ها از بذر ریز به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین دو ساله داده‌ها نشان داد بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی و پر شدن سوخ از تیمار پرایمینگ با ماده فولامین و کم‌ترین آنها از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج تحقیقات شکاری و همکاران (Shekari *et al.*, 2010) نشان داد اختلاف معنی‌دار از نظر هدایت روزنه‌ای بین بذور پرایم شده گیاه لوبیا (*phaseolus vulgaris*) و تیمار شاهد وجود دارد به نحوی که، در بین تیمارها، بیشترین هدایت روزنه‌ای مربوط به گیاهان حاصل از بذور پرایم شده وکمترین هدایت روزنه‌ای هم مربوط به تیمار شاهد بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین نتایج مقایسه میانگین دو ساله داده‌ها نشان داد بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی و پر شدن از اکوتیپ قرمزآذرشهر و کمترین آن‌ها از رقم اکوتیپ حاصل شد (جدول ۳). نتایج تحقیق حاضر با نتایج آزمایشات دیگری مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ارقام گندم در هدایت روزنه‌ای در شرایط تنش و غیر تنش (شاهد) مشابهت دارد (Siosemardehi *et al.*, 2004). نتایج این پژوهش نشان داد که در تیمارهای آزمایش میزان هدایت روزنه‌ای در مرحله سوخ‌دهی نسبت به مرحله پر شدن سوخ بیشتر بود، این امر احتمالاً به‌دلیل گرم شدن هوا در مرحله پر شدن سوخ و افزایش تقاضای تبخیری اتمسفر و در

1- Sink

نتیجه سازگاری گیاه برای کاهش اندازه دهانه روزنـه و بـه دنبـال آن کاهش هـدایت روزنـه‌ای مـی‌باشـد دیگـر پژوهشـگران نظیـر بـاکون (Bacon, 2004) نیز چنین استدلال‌هایی به‌کـار گرفتـه‌انـد. کـاهش هدایت روزنـه‌ای میـزان دسترسـی سـلول‌هـای فتوسـنتزکننده را بـه دی‌اکسید کربن به‌عنوان فاکتور اصلی اجزای فتوسنتز کاهش می‌دهـد که برآیند آن عدم تأمین متابولیت‌های مـورد نیـاز بـرای رشـد و نمـو سلول‌های گیاهی است (Saremi *et al*., 2014).

میزان رشد گیاه

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشـان داد فاکتورهای سال، پرایمینگ و اندازه بذر در سطح یک درصد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان رشد گیاه داشتند و همچنین تأثیر متقابل اندازه بذر× پرایمینگ در سـطح احتمـال یـک درصد بر این صفت معنی‌دار بود. سایر اثرات متقابل موجـود در منـابع تغییر این پژوهش تأثیر معنی‌داری بر روی میزان رشـد گیـاه نداشـتند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل اندازه بـذر × پرایمینـگ نشـان داد روش‌های مختلف پرایمینگ در هر سه انـدازه بـذر در مقایسـه بـا تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر میزان رشد گیاه داشتند. بـه‌طـوری‌کـه بیش‌ترین میزان رشد گیاه به گیاهان حاصل آن از بذور درشت و تیمار پرایمینگ با ماده فولامین به مقدار ۰/۵۹۸ و کم‌ترین آن برابر ۰/۵۰۴ به گیاهان حاصل از بذور ریز و تیمار شاهد تعلـق داشـت (جـدول ۴). نتایج تحقیقات اقبال و اشرف (Iqbal and Ashraf, 2005) نشان داد که پیش‌تیمار بذر گندم با کینتین موجب بهبود میزان رشد گیاه گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. همچنین نتایج مقایسه میانگین دو ساله داده‌ها نشان داد بیشترین میزان رشد گیاه برابر ۰/۵۸۴ از رقم قرمزآذرشهر و کمتـرین آن برابـر ۰/۵۳۰ از رقـم زرقـان حاصـل شـد (جدول ۳). طبق نتایج تحقیقات متعدد، بـذرهایی پرایمینـگ شـده در مقایسه با بذرهای شاهد با سرعت بیش‌تری جوانه می‌زنند، جوانه‌زنـی سریع و سبز شدن یکنواخت در مزرعه برای استقرار موفقیت‌آمیز گیـاه زراعی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری است، اما جوانه‌زنی کند و غیریکنواخت به تولید گیاهانی کمتر و کوچک‌تر منجر می‌شـود که در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده، آسـیب‌پـذیری بیشـتری دارنـد؛ همچنین با افزایش طول دوره سبز شدن و طـول دوره رشـد، موجـب استقرار پوشش گیاهی ضعیف در مزرعه و کاهش میزان رشد می‌گردد (Abdolrahmani *et al*., 2007a; Ashraf and Foolad, 2005). مطابق نظر هاولین و همکاران (Havlin *et al*., 1997) تحریک رشد اولیه گیاهچه به کمک روش‌های پرایمینگ بذر به همراه تأمین عناصر غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد در اوایـل فصـل رشـد، مـی‌توانـد موجب سبز شدن سریع گیاهچـه‌هـا و ورود زودتـر آن‌هـا بـه مرحلـه اتوتروف و در نهایت دستیابی سریع‌تر به سطح سبز مطلـوب و میـزان رشد مناسب گردد.

درجه باردهی

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشـان داد فاکتورهای سال، اندازه بذر، پیش‌تیمـار و ژنوتیـپ در سـطح احتمـالی یک درصد تأثیر معنی‌داری بـر درجـه بـاردهی داشـتند بـا ایـن حـال هیچ‌کدام از اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری بر روی این صفت نداشـتند (جدول ۲). بررسی اثر ساده تجزیـه دو سـاله آزمـایش نشـان داد کـه بیش‌ترین درجه باردهی متعلق به بذور درشت است. بذر متوسط و ریز از نظر این صفت اختلافی با هم نداشته و از نظر آماری در یک گـروه قرار گرفتند (جدول ۳). همچنین بیش‌تـرین مقـدار درجـه بـاردهی از تیمار پرایمینگ با ماده فولامین و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به‌دسـت آمد و تیمارهای هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسـیم از نظـر این صفت اختلافی با هم نداشته و از نظر آماری در یـک گـروه قـرار گرفتند (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسـه میـانگین دو سـاله داده‌هـا نشان داد بیشرین درجه باردهی از ژنوتیپ قرمز آذرشـهر حاصـل شـد (جدول ۳). بر اساس درجه باردهی ژنوتیپ قرمز آذرشهر برتر از زرقان بود. درجه باردهی به‌عنوان کلیدی جهت درک بهتر تولید محصـولات زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده از آن برای ارزیابی مجموعه پیچیده ای از داده‌ها برای اکثر محصولات زراعی فـراهم مـی‌نمایـد و اهمیت آن این است که تفسیر واکنش‌های پیچیده گیـاه را بـه‌راحتـی امکان‌پـذیر مـی‌سـازد (Koocheki and Khalghni, 1996). نتـایج تحقیقات عبدالرحمنی (Abdolrahmane, 2014b) نشان داد که تاثیر پرایمینگ بر درجه باردهی گیاه جـو (*Hordeum vulgare*) معنـی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین میزان درجـه بـاردهی در گیاهـان حاصـل از بذور پرایم شده وکمترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد کـه بـا نتـایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

میزان انرژی دریافتی گیاه

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های مربـوط بـه میـزان انـرژی دریافتی توسط پیاز نشان از تأثیر معنی‌دار فاکتورهای سال، پرایمینگ، اندازه و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصـد بـر ایـن صـفت داشـت. همچنین اثرات متقابل اندازه بذر × پرایمینگ و اندازه بذر × پرایمینگ × ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصـد بـر ایـن صـفت معنـی‌دار بـود (جدول ۲). مقایسه اثر متقابل اندازه بذر × پرایمینگ × ژنوتیپ نشـان داد روش‌های مختلف پرایمینگ در هر سه انـدازه بـذر ژنوتیـپ‌هـای مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری معنی‌دار بر میزان انرژی دریافتی توسط پیاز داشتند به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان انرژی دریافتی در گیاهان حاصل از بذور ریز و تیمار شـاهد برابـر ۷۲۸/۷۰ سـاعت از ژنوتیپ قرمز آذرشهر و کم‌ترین آن برابـر ۵۹۸/۰۷ سـاعت از گیاهـان حاصل از بذور درشت و تیمار پرایمینگ با مـاده فـولامین در ژنوتیـپ زرقان به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین مرکب اثر متقابل اندازه بذر، پرایمینگ و اکوتیپ بر صفات پیاز خوراکی

Table 5- Mean comparison interaction effect of seed size× Priming× cultivar on plant characteristics of onion

اندازه بذر Seed size	پرایمینگ Priming	اکوتیپ Ecotype	کارایی مصرف آب سوخ Bulb water use efficiency ($kg.m^{-3}$)	کارایی مصرف آب زیست‌توده Biomass water use efficiency ($kg.m^{-3}$)	انرژی دریافتی پیاز Plant received energy (h)	انرژی تولیدی سوخ Bulb production energy (kcal/100g)
ریز Small	شاهد Control	آذرشهر Azarshahr	2.28 abc	4.99i	728.70a	42.28 abc
		زرقان Zarghan	1.99def	4.09hi	679.04abcde	41.03hi
	هیدروپرایمینگ Hydro priming	آذرشهر Azarshahr	2.99a	4.54hi	697.71abcd	42.49 abc
		زرقان Zarghan	3.1abc	4.84cdefg	680.66abcde	42.69abc
	نیترات پتاسیم KNO_3	آذرشهر Azarshr	3. 6cdef	4.97ghi	620.67bcde	40.36cdef
		زرقان Zarghan	3.76ab	5.20defgh	694.16abcd	41.16ab
	فولامین Folammin	آذرشهر Azarshahr	3.84abc	6.97cdefg	703.70abc	42.44abc
		زرقان Zarghan	3.94ab	6.77bcdef	644.52abcde	41.54ab
متوسط Medium	شاهد Cont	آذرشهر Azarshahr	2.40cdef	6.74fghi	643.10abcde	43.40cdef
		زرقان Zarghan	2.5def	6.54efgh	709.49ab	43.5def
	هیدروپرایمینگ Hydro priming	آذرشهر Azarshahr	3.04ef	6.89efgh	684.85abcde	43.54ef
		زرقان Zarghan	3.13cdef	6.69cdefg	667.09abcde	43.13cdef
	نیترات پتاسیم KNO_3	آذرشهر Azarshahr	3.71bcdef	6.62bcde	658.33abcde	44.11bcdef
		زرقان Zarghan	3.94abc	6.72bc	609.71de	49.21abc
	فولامین Folammin	آذرشهر Azarshahr	3.99abc	6.99 b	607.82de	50.49abc
		زرقان Zarghan	3.89bcdef	6.82b	724.78a	51.59bcdef
درشت Large	شاهد Cont	آذرشهر Azarshahr	4.03f	7.19efgh	617.05cde	51.83f
		زرقان Zarghan	4.23cdef	7.39bc	624.02bcde	51.93cdef
	هیدروپرایمینگ Hydro priming	آذرشهر Azarshahr	4.47cdef	7.44bc	655.11abcde	51.47cdef
		زرقان Zarghan	4.57abc	7.94bcdef	695.17abcd	52.57abc
	نیترات پتاسیم KNO_3	آذرشهر Azarshahr	4.94bcdef	7.97bcd	643.17accde	52.54bcdef
		زرقان Zargan	4.64bcde	8.07bcde	705.09abc	53.64bcde
	فولامین Folammin	آذرشهر Azarshahr	4.92a	13.07a	661.75abcde	67.92a
		زرقان Zarghan	4.72 bcd	11.97bcd	598.07e	53.82 bcd

میانگین‌های، هر ستون و تیمار دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت آماری معنی‌داری نمی‌باشد.

Mean in each column and treatment with the same letter are not Significantly different at 5% of probability level-using Duncan´s Multiple Range Test.

نتایج این بررسی نشان داد میزان انرژی دریافتی گیاهـان حاصـل از بذور درشت و پرایمینگ شده با استقاده از ماده فـولامین و اکوتیـپ زرقان کمتر از میزان انرژی دریافتی گیاهان حاصل از بذور ریز و تیمار شاهد و اکوتیپ قرمز آذرشهر بود به‌عبـارت دیگـر گیاهـان حاصـل از بذور درشت و پرایمینگ شده با اسـتفاده از مـاده فـولامین و اکوتیـپ زرقان زودتر از گیاهان حاصل از بذور ریـز و تیمـار شـاهد و اکوتیـپ قرمزآذرشهر برداشت شدند. استفاده از میـزان انـرژی دریـافتی بـرای تعیین زمان برداشت نیز توسط سـایر محققـین پیشـنهاد شـده اسـت (Rahemi, 1994).

میزان انرژی تولیدی سوخ

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشـان داد فاکتورهای سال، اندازه بذر، پرایمینگ در سطح احتمال یـک درصـد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر میـزان انـرژی تولیدی توسط سوخ داشتند و همچنـین اثـرات متقابـل انـدازه بـذر × پرایمینگ و اندازه بذر × پرایمینگ × ژنوتیـپ در سـطح احتمـال پـنج درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه اثر متقابـل انـدازه بذر × پرایمینگ × ژنوتیپ نشان داد روش‌های مختلـف پرایمینـگ در هر سه اندازه بذر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در مقایسه با تیمـار شـاهد تأثیری معنی‌دار بر میزان انرژی دریافتی داشتند به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان انرژی تولیدی سوخ در گیاهان حاصل از بذور درشت و پرایم بـا اسید آمینه فولامین برابر ۶۷/۹۲ کیلوکالری در صد گرم سوخ، اکوتیپ قرمز آذرشهر وکم‌تـرین آن برابـر ۴۱/۰۳ کیلوکـالری در صـد گـرم از گیاهان حاصل از بذور ریز و تیمارشاهد در اکوتیپ زرقان به‌دست آمـد (جدول ۵). نتایج تحقیق حاضر با نتایج آزمایشـات دیگـری مبنـی بـر تفاوت معنی‌دار بین ارقام پیاز در میزان انرژی تولیدی سـوخ مشـابهت دارد (Bhattacharjee *et al.*, 2013).

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی نشـان داد تـاثیر روش‌هـای مختلـف پرایمینـگ بـر عملکرد بیوماس، کارایی مصرف آب و خواص اکوفیزیولوژیک معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد بیوماس، کـارایی مصـرف آب سوخ و بیوماس از پرایمینگ با ماده فولامین و کمترین آن‌ها از تیمـار شاهد به‌دست آمد.

در مورد تاثیر اندازه‌های مختلف بذر بر عملکرد بیومـاس، کـارایی مصرف آب و خواص اکوفیزیولوژیک، ملاحظه شد که با افزایش اندازه بذر عملکرد بیوماس، کارایی مصرف آب سوخ و بیوماس افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین آن‌ها از بذور درشت و کمترین آن‌ها از بذور ریـز به‌دست آمد.

نتایج این بررسی نشان داد در بـین اکوتیـپ‌هـای مـورد مطالعـه اکوتیپ قرمزآذرشهر به دلیل داشتن عملکرد بیوماس، کارایی مصـرف آب، شاخص برداشت، محتوای رطوبت نسبی بـرگ و درجـه بـاردهی بیشتر نسبت با اکوتیپ زرقان برتر بود که این ارجحیت بخشی به‌دلیل پتانسیل ژنتیکی این اکوتیپ و بخش دیگر در اثر پرایمینـگ بـا اسـید آمینه فولامین ۲ درصد می‌باشد. در مجمـوع از نتـایج حاصـل از ایـن پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که پرایمینگ بذرهای درشت با استفاده از اسید آمینه فولامین ۲٪ نسـبت بـه سـایر روش‌هـای پرایمینـگ و نسبت به سایر اندازه‌های بذر باعث بهبود عملکـرد بیومـاس، کـارایی مصرف آب و خواص اکوفیزیولوژیکی پیاز می‌گردد.

References

1. Abdulrahmani B., Ghassemi, K., Ghassemi-Golezani K., Valizadeh M., and Asl, V. 2007_a. Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordium voulgare* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment 5: 179-184.
2. Abdulrahmane, B. 2014_b. Evaluation of hydropriming effects on the growth characteristics and yield of different wheat genotypes and variety under dryland condition. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology 1 (4): 91-104. (in Persian with English abstract).
3. Abdzad Gohari1, A., Amiri, E., and Majd Salimi, K. 2011.Yield evaluation and water use efficiency in peanut (*Arachis hypogaea* L.) under different levels of irrigation and nitrogen fertilizer. Journal of Water and Soil 25 (5): 994-1004. (in Persian with English abstract).
4. Angus, J. F., and Van Herwarden, A. F. 2001. Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat. Agronomy Journal 93: 290-298.
5. Arunachalam, A., Khan, M. L., and Singh, N. D. 2003. Germination, growth and biomass accumulation as influenced by seed size in *Mesua ferrea* L. Turkish Journal of Botany 27: 343-348.
6. Asaduzzaman, M., Hasan, M. M., and Moniruzzaman, M. 2012. Quality seed production of onion (*Allium cepa* L.): an integrated approach of bulb size and plant spacing. Journal of Agricultural Research 50 (1): 119-128.
7. Ashraf, M., and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment-A shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223 -271.
8. Bacon, M. A. 2004. Water use efficiency in plant biology. Blackwell Science. P. 246.
9. Bahari, M. R., Pahlavani, N., Akbari, P., and Ehsanzadeh, A. 2005. Effects of low iron and copper fertilizer on growth and yield of chickpea under rainfed conditions Aligudarz-AZNA area. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 12: 190-200. (in Persian with English abstract).

10. Basra, M. A. S., Ehsanullah, E. A., Warraich, M. A., and Afzal, I. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola Brassica napus seeds. International Journal Agriculture and Biology 5: 117-120.
11. Bastam, N., Baninasab, B., and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation 69: 275-284.
12. Bekhrad, H., Mahdavi, B., and Rahimi, A. 2016. Effect of seed priming on growth and some physiological characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) under salinity stress condition caused by alkali salts. Iranian Journal of Field Crops Research 13 (4): 810-822.
13. Bhattacharjee, S., Sultana, A., Sazzad, M. H., Islam, M. A., Ahtashom, M., and Asaduzzaman, M. 2013. Analysis of the proximate composition and energy values of two varieties of onion (*Allium cepa* L.) bulbs of different origin: A comparative study. International Journal of Nutrition and Food Sciences 2 (5): 246-253.
14. Bogumila, B., Bert van, D., and Mieczyslaw, G. 2006. Effect of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentun* Mill) seed. European Journal of Agronomy 24: 45-51.
15. Chivasa, W., Harris, D., Chiduz, C., Mashingaidze, A. B., and Nymundeza, P. 2000. Determination of optimum On-farm seed priming time for mize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) for use to improve stand establishment in semi arid agriculture. Tanzanian Journal of Agriculture Sciences 3 (2): 103-112.
16. Corbineau, F., and Come, D., 2006. Priming: a technique for improving seed quality. Seed Testing International 132: 38-40.
17. De Villiers, A. J., Van Rooyrn, M. W., Theron, G. K., and Van Deventer, H. A. 1994. Germination of three namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sciences Technology 22: 427-433.
18. Dogan, E., Copur, O., Kahramanb, A., Kirnak, H., and Guldur, M. E. 2011. Supplemental irrigation effect on canola yield components under semiarid climatic conditions. Agricultural Water Management 98: 1403-1408.
19. Farooq, M. S., Basra, M. A., Tabassum, R., and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant Production Science 4: 446-456.
20. Foti, S., Cosentino, S. L., Patane, C., and Dagosta, G. M. 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination sorghum (*Sorghom bicolor* L.) Moench under low temperatures. Seed Science and Technology 30: 521-533.
21. Gamiel, S., Smittle, D. A., and Mills, H. A. 1990. Onion seed size, weight, and elemental content affect germination and bulb yield. Horticultural Science 25 (5): 522-523.
22. Haromoto, E. R., and Gallandt, E. R. 2005. Brassica cover cropping: II. Effects on growth and interfrence of green bean (*Phaseolus vulgaris*) and red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Science 53 (5):702-708.
23. Havlin, J. L., Lamond, R. E., and Whitney, D. A. 1997. Improving wheat and grain sorghum profits with starter phosphorus. Better Crops Plant Food 71: 17-19.
24. Iqbal, M., and Ashraf, M. 2005. Presowing seed treatment with cytokinins and its effect on growth, photosynthetic rate, ionic levels and yield of two wheat cultivars differing in salt tolerance. Journal of Integrative Plant Biology 47: 1315-1325.
25. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., Zardoshty, M. R., and Hasanzadeh Goratteph, A. 2010_a. Evaluation effects of different planting systems on water use efficiency, relative water content and some plant growth parameters in onion (*Allium cepa* L.). Notulae Scientia Biologicae 2 (1): 88-93.
26. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., and Amernia. R. 2010_b. Effects of different size and age of transplanting of seedling on marketable and biological yield, harvest index and some qualitative characters of long-day and intermediate-day Onion (*Allium cepa* L.) cultivars. Journal of Horticulturae Science 24 (2): 203-215. (in Persian with English abstract).
27. Izadkhah Shishvan, M., Tajbakhsh Shishvan, M., Pasbaneslam, B., and Jalilian, J. 2017. Response of bulb yield per plant, chlorophyll content and photosynthetic pigments concentration of onion (*Allium cepa* L.) genotypes to priming and seed size. Iranian Journal of Field Crop Science 4 (47): 633-644.
28. Kanton, R. A. L., Abbey, L., Hilla, R. G., Tabil, M. A., and Jan, N. D. 2002. Influence of trasplanting age on yield and yield components of onion (*Allium cepa* L.). Haworth press, page: 27-37.
29. Kaur, S., Gupta, A. K., and Kaur, N. 2005. Seed priming increases crop yield possibly by modulating Enzymes of sucrose metabolism in chickpea Journal of Agronomy and Crop Science 191: 81-87.
30. Kaydan, D., and Yagmur, M. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. Journal of Biotechnology 7: 2862-2868.
31. Kebede, D. Muniye, M. 2017. Proximate composition and physicochemical properties of different released and improved onion (*Allium cepa* L.) bulbs varieties. Food Science and Quality Management 67: 1-7.
32. Khjawinagad, G. 2004. Response of three group maturity of soybean (*Glycine max* L.) to different irrigation and plant population densities in second cropping. Ph.D. Thesis. University of Tabriz, Iran. (in Persian with English abstract).
33. Koocheki, A., and Khalghni, J. 1996. Underdtanding crop production. Ferdowsi university press.p 536. (in Persian).

34. Kringwi, F. M., Van Ginkel, M., Terthowan, R., Sears, R. G., Rajaram, S., and Paulsen, G. M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica 135: 361-371.
35. Kumar, A., and Singh, D. P. 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed Brassica species. Annals of Botany 81: 413-420.
36. Martinz, M. C., Corzo, N., and Villiamiel, M. 2007. Biological properties of onion and garlic. Trends in Food Science Technology 18 (12): 609-625.
37. Maskooki, A. M., Malekzadegan, F. Zamani, H., and Safa, M. Determination of physicochemical characteristics and best harvesting time of fruits to meet processing purposes. Journal of Food Science Technology 6 (1): 33-43.
38. Mazur, M., and Ferance, P. 1994. The effect of size and shape of seeds on stand emergence in maize. Trnava Slovakia 40: 179-187.
39. Moosavezadh, S. A. 2006. Study genetic diversity Iranian onion landraces using morphological and molecular, ph.D. Thesis. University of Tabriz, Iran. (in Persian with English abstract).
40. Mut, Z., Akay, H., and Nevzat, A. 2010. Effects of seed size and drought stress on germination and seedling growth of some oat genotypes (*Avena sativa* L.) African Journal of Agricultural Research 5 (10): 1101-1107.
41. Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M., and Peltonen, J. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on erly growth and yield components in oat. Agronomy Journal 98: 206-211.
42. Rahemi, M. 1994. Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables, Book, 260pp. pub. Shiraz University.
43. Rahmati, E. 2005. The effect of the change in density on yield and yield components of hybrid sunflo tank, a Master's thesis of Agriculture, Islamic Azad University of Karaj. (in Persian with English abstract).
44. Salimi, H., Abbasdokht, H., Asghari, H. R., Gholami, A., and Rezvani Moghadam, P. 2010. The effect of priming, Rhizobium and manure fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Testis of Master of Science. Sanati Shahrod University. P: 120.
45. Saremi Rad, B., Esfandiari, E. A., Shokrpour, M., Sofalian, O., Avanes, A., and Mousavi S. B. 2014 Cadmium effects on some morphological and physiological parameters in wheat at seedling stage. Journal of Plant Researches (Iranian Journal of Biology) 27 (1): 1-11.
46. Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 1995. Physiological aspects of dry land farming. Mashad Jahad university publication, pp.424. (in Persian).
47. Selvarani, K., and Umarani, R. 2011. Evaluation of seed priming methods to improve seed vigour of onion (*Allium cepa* L.) cv. aggregatum and carrot (*Daucus carota*). Journal of Agricultural Technology 7 (3): 857-867.
48. Shekari, F., Pakmehr, A., Rastgoo, M., Vazayefi, M., and Goreishi Nasab, M. J. 2010. Effect of salicylic acid seed priming on some physiological traits of cow pea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at podding stage. Journal of Crop Ecophysiology 4 (13): 13-29.
49. Singh, B., and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.
50. Siosemardehi, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Ebrahimzadeh, H. 2004. Stomatal and nonstomatal limitations to photosynthesis and their relationship with drought resistance in wheat cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences 34 (4): 93-106. (in Persian with English Abstract).
51. Tajbakhsh, M., and Ghiyas, M. 2008. Seed ecology. Urmia Jahad university publication. pp.389. (in Persian).
52. Tuba Bicer, B. 2009. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. African Journal Biotechnology 8 (8): 1482-1487.
53. Vaez, A., Khorgamy, A., and Sayyahfar, M. 2016. The effect of nitroxin biofertilizer and foliar applicatin of micronutrients time consumption on yield and yield components of new wheat cultivars under khorramabad climatic conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 13 (4): 797-809.
54. Wang, H. Y., Chen, C. L., and Sung, J. M. 2003. Both warm water soaking and soild priming treatments enhance anti - oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub optimal temperature. Seed Science Technology 31: 47-56.
55. Weaich, K., Bristow, K. L., and Cass, A. 1992. Preemergent shoot growth of maize under different drying conditions. Soil Science Society of America Journal 56: 1272-1278.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 18, No. 1, Spring. 2020, p. 15-29

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۲۹-۱۵

Evaluation the Effects of Priming and Seed size on Biomass yield, Water Use Efficiency and some Ecophysiological Characteristics of Onion (*Allium cepa* L.)

M. Izadkhah shishvan[1*], M. Tajbakhsh shishvan[2]

Received: 15-03-2017
Accepted: 20-05-2019

Introduction

Seed priming is widely used for enhancing seedling performance by improving the rate and uniformity of germination and decreasing seed sensitivity to external factors. Several types of seed priming are commonly used: Hydro-priming, halo-priming, osmo-priming, thermo-priming, solid matrix-priming and bio-priming. Seed size is another factor that can affect seed germination and seedling establishment. Seed size is an important physical indicator of seed quality that affects vegetative growth and is frequently related to yield, market grade factors and harvest efficiency. The effect of seed size on germination and following seedling emergence has been investigated by many researchers in various crop species/ cultivar. In the present study, impacts of different pre-sowing treatments and seed size on biomass yield, water use efficiency and some ecophysiological characteristics of onion ecotypes in an ecological agroecosystem were investigated.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of different pre-sowing treatments and seed size on biomass yield, water use efficiency and some ecophysiological characteristics of onion ecotypes, a field experiment was conducted in 2012-2013 cropping season at Agricultural and Natural Resources Research Center of East Azarbayjan, Iran. This experiment was a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. Experiment treatments included priming at four levels: hydropriming, osmopriming (in %2 KNO_3), priming with flamin amino acid (in 2%) and control (without priming). Seed samples of the two cultivars were sieved by slotted screens and placed into three groups of seed diameter size, including small, medium, and large and ecotype at two levels, including Red Azarshahr and Zarghan. Following characteristics such as biomass yield, bulb water use efficiency**,** biomass water use efficiency, water consumption, relative water content, stomatal conductance in bulbing and bulb filling stage**,** productivity score, harvest index**,** growth ratio**,** bulb production energy value, plant received energy value, bulb production energy value were measured.

Results and Discussion

Results of field experiment showed that seed priming improved the biomass yield and ecophysiological characteristics of onion of both ecotypes. The highest biomass yield (105.98 $ton.ha^{-1}$), bulb water use efficiency (4.98 $kg.m^3$), biomass water use efficiency (13.30 $kg.m^3$), harvest index (%82) and relative water content (%86) belonged to priming with flamin amino acid, respectively and the lowest were achieved from control plants. Mean comparison indicated that the higher values of biomass yield, bulb water use efficiency, biomass water use efficiency, harvest index and relative water content were obtained from large seed size 100.33 ($ton.ha^{-1}$), 4.88 and 13.30 $kg.m^3$, 80 and 85 percent, respectively and the lower level were found for small seed size. Based on the results there were significant differences between ecotypes in all studied traits. Moreover, mean comparison showed that the highest amount of biomass yield, bulb water use efficiency, biomass water use efficiency, harvest index and relative water content were obtained from Red Azarshahr ecotype 100.40 ($ton.ha^{-1}$), 4.80 and 13.15 $kg.m^3$, 81 and 91 percent, respectively and the lowest of it were found to Zarghan.

Conclusions

According to the results mentioned above, seed priming treatments improved biomass yield and ecophysiological characteristics as compared to the unprimed. Among different treatments, seed priming with folammin amino acid 2% was more effective than the potassium nitrite 2% and hydropriming. Large seed size significantly increased the biological yield and ecophysiological characteristics. Accordingly, the importance of seed priming and seed grading were obvious in this study, so seed priming with flamin amino acid 2% and large seed size should be used for onion planting in order to ensure high biomass yield, and to improve ecophysiological characteristics of onion. Therefore, priming with flamin amino acid 2% and large seed are recommended for onion cultivation under the same environmental conditions with the experiment.

Keywords: Folammin, Growth ratio, Osmopriming, Productivity score

1- Former Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University
2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University
(*- Corresponding Author Email: ms.izadkhah@gmail.com)